



ISSN 1312-8612

---

**Машиностроене  
И  
Машинознание**

---

**19**

СЪДЪРЖАНИЕ

М. Топалова, П. Мъцински, М. Милев Програмен модул за автоматизирано проектиране на технологични процеси за механично обработване.....	3
В. Пашиинский, И. Ласков Влияние термической обработки на структурное состояние литой износостойкой высокохромистой стали с добавкой никеля.....	7
В. Пашиинский, Д. Сидоренко Повышение ресурса твердосплавных прокатных валков путем оптимизации состава и структуры сплавов.....	11
В.Славова Транспортни и селективни характеристики на вакуумно метализирани трафилтрационни полимерни мембрани.....	15
В. Славова, С. Петров Изследване обемната електропроводимост на вакуумно метализирани полиакрилонитрилни мембрани.....	19
П. Хаджийски, Ц. Калдышев, О. Каракостопуло Измерване на грешките от установяване и компенсирането им с постпроцесор при четири и пет осева обработка.....	23
Ц. Калдышев Създаване на постпроцесор за стратегия за изработване на мрежа от канали.....	27
Д. Димитров Изследване точността на статичното настройване на струг с ЦПУ при обработване на стъпален вал и получаване на линейен размер, зададен от дясно чело.....	31
И. Замфиров, Д. Димитров Методика за конструиране на машинни приспособления.....	36
М. Енчев, С. Колева Приложение на измерването на детайла посредством режещия инструмент.....	41
В. Григоров Изследване изменението на микротвърдостта в повърхностния слой при ПЦД по схема с динамично прилагане на деформиращата сила.....	44
Д. Дечев, Н. Иваинов, П. Петров Многослойни наноструктурни материали на основата на нитриди.....	48
Й. Геиов, В. Камбуров, А. Николов, Р. Димитрова Изменение на структурата и твърдостта при физично моделиране чрез двуглово равноканална екструзия и рекристализация на технически чист алуминий.....	54
А. Сергисова, М. Дачева, А. Николов, В. Камбуров Определяне твърдостта на чист алуминий, подложен на нитеизивна пластична деформация, чрез методите на нано- и микроидентация.....	60
М. Топалова, С. Сивов, Г. Господинов Възможности за въвеждане на иновативен технологичен процес в участъка за зъбошлифване на „ЗММ Нова Загора“ АД.....	64
R. Dimitrova Cycle Investigation of “Pick & Place” Modular Pneumatic Robot.....	68
Д. Недева Изследване параметрите на заваръчен шев с фибър лазер.....	72
П. Неделчева, Р. Атанасов Анализ на влиянието на геометрията на еластичен фланец върху основните характеристики на цангов патронник с тангенциално затягащо усилие.....	76

<b>С. Йорданов, С. Иванов</b>	
Система за управление на машинна с паралелна кинематика за производство на стоматологични коронки от $ZrO_2$ .....	80
<b>Т. Стамов</b>	
Дизайн и емоции. основни форми, използвани в дизайна на съвременни транспортни средства.....	84
<b>М. Илнева, Д. Цанева, Е. Янков, К. Кръстев</b>	
Количествени характеристики на електрохимичната корозия в системи “многослойно покритие – стомана”.....	90
<b>В. Захарнева, М. Николова, М. Йорданов, Б. Апрахамян, И. Дерменджиев</b>	
Възможности за подобряване на някои характеристики на електрически контакти К6.....	94
<b>Р. Шишков, В. Захарнева, М. Йорданов</b>	
Послойна твърдост на многослойни покрития, магнетронно отложени върху стомана Х12М.....	98
<b>Е. Геннишка</b>	
Получаване на електроовлажени нановлакна от воден разтвор на поливинилалкохол.....	102
<b>А. Хараламбус</b>	
Развитие на производството на геотекстилни.....	106
<b>Д. Илнева</b>	
Формиране на лингвокултурологична компетентност при изучаване на паремии.....	111
<b>С. Цанков, В. Войноховска</b>	
Основни принципи и техники на Adobe Flash за представяне на факти и понятия при разработване на учебен дизайн.....	115
<b>В. Войноховска, С. Цанков</b>	
Използване на конструктивисткия подход в професионалното обучение – теоретичен обзор.....	119
<b>Д. Денев, Н. Петров, А. Любича, Т. Яначкова</b>	
Относно някои методи за управление на образованието и тяхната оптимизация в съвременното общество.....	124
<b>А. Цокев</b>	
Приложение на не-SQL бази данни за съхранение на информацията при автоматизиран анализ на металографски изображения.....	128
<b>А. Цокев</b>	
Функционален модел на система за автоматизирано заснемане на цялата повърхност на металографски микрошлиф.....	132
<b>Х. Христов, Е. Иванова, С. Стоянов, Стефан Тенев</b>	
Влияние на масата и типа напрежение на гумения елемент върху предавания въртящ момент от еластични съединители.....	137

## ИЗМЕРВАНЕ НА ГРЕШКИТЕ ОТ УСТАНОВЯВАНЕ И КОМПЕНСИРАНЕТО ИМ С ПОСТПРОЦЕСОР ПРИ ЧЕТИРИ И ПЕТ ОСЕВА ОБРАБОТКА

Петър ХАДЖИЙСКИ

ТУ – София, МТФ, кат. ТМММ  
гр. София, бул. "Кл. Охридски" 8  
e-mail: phad@tu-sofia.bg

Цветан КАЛДЪШЕВ

ТУ – София, МТФ, кат. ТМММ  
гр. София, бул. "Кл. Охридски" 8  
e-mail: kaldashev.cvetan@abv.bg

Олга КАРАКОСТОПУЛО

ТУ – София, МТФ, кат. ТМММ  
гр. София, бул. "Кл. Охридски" 8  
e-mail: karakostopulo@yahoo.com

### Резюме

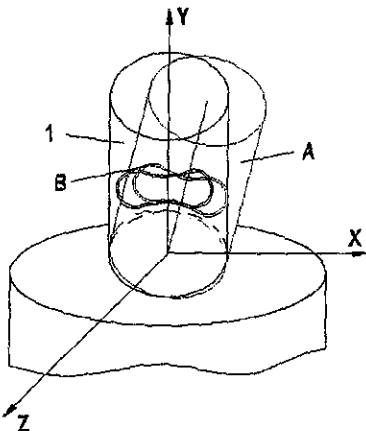
В настоящият доклад се разглежда метод за компенсиране на грешката от радиално биене след установяване на масата на машината с помощта на постпроцесора като се генерира една управляваща програма с траектория, компенсираща грешките от установяване.

### Ключови думи

постпроцесор, CAD/CAM, грешки от установяване

### Введение

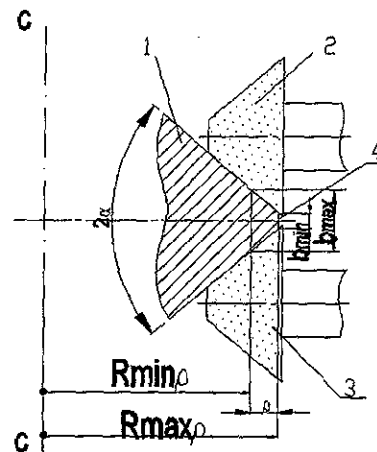
При обработване на детайли на машини с ЧПУ с четири и пет управляеми оси детайлът (Фиг.1) се установява на масата на машината, при което съществено влияние оказват грешките от установяване, свързани с радиалното и осевото биене на масата на машината. На Фиг. 1 е показан случай на установяване на ротационен нож за ротационна шпанца. За база се използва лагерната шийка на вала.



Фиг. 1 Установяване на ротационен нож за ротационна шпанца

При това установяване не съвпадат установъчната база – лагерната шийка и оста на въртене на маса С. В резултат на това върху точността на обработване на детайла съществено влияние оказват радиалното и челното биене на цилиндричната повърхнина „А“, върху която е разположен режещият контур

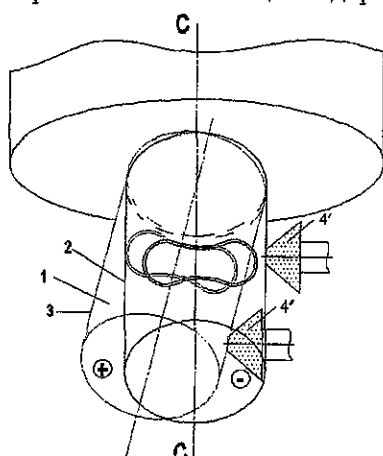
„В“, имащ трапецовидно сечение (Фиг.2). Режещата способност на участъците от контура се определят от широчината „b“ на режещата пътека, като тя трябва да се променя за времето между две презаточвания в границите  $b_{min}$  до  $b_{max}$ . Максимално допустимата широчина, така че да се получи отрязване е  $b_{max}$  [Ив. Маринов, Дисертация, 2012], а  $b_{min}$  – минимално допустимата широчина, така че да не се получи разрушаване и се осигури ресурс между две презаточвания.



Фиг. 2 Влияние на грешката от установяване

На Фиг.2 е показано, както следва: 1 – напречно сечение на режещия контур, 2 и 3 – положението на режещия инструмент, с който се шлифват страничните повърхнини и с 4 – цилиндричната повърхнина на основния цилиндър, върху който

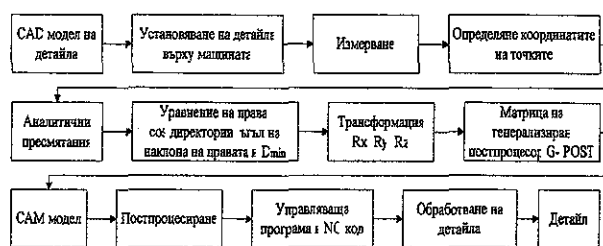
е разположен режещият контур. С  $R_{min}$  и  $R_{max}$  са посочени минималният и максималният радиус, определени от радиалното биене на основния цилиндър спрямо оста на въртене на маса С. Очевидно след установяване на масата на машината при настройването радиалното биене трябва да се намали до минимум. При това установяване, където шлифоването на основния цилиндър се извършва на кръглошлифовъчна машина между центри, а страничните повърхнини на режещия контур при установяване по лагерната шийка на пет осева машина, това е невъзможно. За да се намали влиянието на ефект от смяна на базите, се налага да се работи по метод, при който се компенсира влиянието му в рамките на цял оборот. На фиг. 3 са показани оста на въртене на маса „С“ С-С, установеният на масата детайл 1, теоретичният основен цилиндър 2, т.е. без грешки от установяване, и реалният основен цилиндър 3 (с грешки в „+“ и „-“). За да се избегне грешката от установяване, трябва да се осигури траектория за обработване, разположена върху реалния основен цилиндър 3. На фигурата е показано движението на инструмента 4' върху реалния основен цилиндър и върху теоретичния основен цилиндър 4''.



Фиг. 3. Разположение върху маса С на реалния и теоретичния основен цилиндър

За да се генерира такава траектория, в настоящата работа е използван подход, при който специален постпроцесор се настройва с трансформираща матрица, определена по схемата, показана на фиг.4. Както вече бе споменато, установяването на детайла в тричелюстен патронник става по лагерната шийка. След установяване се извършва измерване на грешката от радиално биене на детайла в две сечения. Измерването се извършва на машината с измервателна глава. Програмата, по която се извършва измерването, е организирана така, че в рамките на 180° да бъде

намерена минималната стойност на радиално биене  $\rho_{min}$ . С инструкция в DNC режим се извежда измерената минимална стойност и ъгълът  $C_{\rho_{min}}$ , на който е измерена спрямо опорна точка на машината. За определяне на максималното биене  $\rho_{max}$  детайлът се завърта на 180° спрямо ъгъла на минимално биене  $C_{\rho_{min}}$ , където с измерване се определя стойността му. По аналогичен начин се определят стойностите  $\rho_{min}$ ,  $C_{\rho_{min}}$ ,  $\rho_{max}$  и  $C_{\rho_{max}}$  за второто сечение. На този етап координатите на точките, през които се прекарва правата, даваща отклонението на реалния основен цилиндър 3 спрямо теоретичния основен цилиндър 2 (фиг.3), се определят графично в AutoCAD на база измерените стойности за  $\rho_{min}$ ,  $C_{\rho_{min}}$ ,  $\rho_{max}$  и  $C_{\rho_{max}}$  за двете сечения.



Фиг. 4 Блок схема за определяне на компонентите на компенсация

Уравнението на правата, минаваща през двете графично определени точки  $P_1(x_1, y_1, z_1)$  и  $P_2(x_2, y_2, z_2)$  има вида (Г. Корн):

$$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{Z - Z_1}{Z_2 - Z_1} \quad (1)$$

За определяне на направляващите косинус директории, т.е. за определяне на ъгъла между  $\vec{P_1P_2}$  спрямо положителните направляващи оси  $Ox, Oy, Oz$  са съответно:

$$\cos \alpha_x = \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}}$$

$$\cos \alpha_y = \frac{Y_2 - Y_1}{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}} \quad (2)$$

$$\cos \alpha_z = \frac{Z_2 - Z_1}{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}}$$

Ъгълът между двете прави – оста на въртене на маса С и правата, минаваща през точки  $P_1$  и  $P_2$ , се определя както следва (Г. Корн, 1977):

$$\sin^2 \gamma_1 = (\cos \alpha_y \cos \alpha'_z - \cos \alpha_z \cos \alpha'_y)^2 + (\cos \alpha_z \cos \alpha'_x - \cos \alpha_x \cos \alpha'_z)^2$$

$$\text{от където: } \sin \gamma_1 = \sqrt{(\cos \alpha_y \cos \alpha'_z - \cos \alpha_z \cos \alpha'_y)^2 + (\cos \alpha_z \cos \alpha'_x - \cos \alpha_x \cos \alpha'_z)^2}$$

След установяване на детайла и измерване са

възможни три случая на положението на правата, минаваща през точки  $P_1$  и  $P_2$  спрямо оста на въртене на маса С:

1. правата  $P_1P_2$  е успоредна на оста на въртене на маса С.
2. правата  $P_1P_2$  пресича оста на въртене на маса С.
3. правата  $P_1P_2$  е кръстосана с оста на въртене на маса С.

За да се определи кой от трите случая е, се изчислява минималното разстояние между двете прави по уравнение (4)

$$d_1 = \pm \frac{1}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \sin \gamma_1} \begin{vmatrix} X_1 - X_1' & Y_1 - Y_1' & Z_1 - Z_1' \\ a_x & a_y & a_z \\ a_x & a_y & a_z \end{vmatrix}$$

(4)

Където:

$$a_x = X_2 - X_1, \quad a_y = Y_2 - Y_1, \quad a_z = Z_2 - Z_1$$

Ако  $\sin \gamma_1 = 0$ , то правите са успоредни.

За компенсирание на грешката от установяване се намира връзката между двете оси, като се използват шестте пространствени движения [Портман, В.Т., 1986]

- трансляция  $T_x, T_y, T_z$

$$T_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & x \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- ротация  $R_x, R_y, R_z$

$$R_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad R_y = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & \sin \psi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \psi & 0 & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$R_z = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

За компенсирание на грешките от постпроцесора се използва матрицата на връзката между осите. Генерализираният постпроцесор G-POST в Pro\ENGINEER има страница Transformation & Output, която дава възможност да се въведат компенсиращи компоненти за всяка от осите. Постпроцесорът може да прилага трансформация на входящите CL-точки или на оста на вектора на инструмента [Gpost, Manual]. Матрицата, която извършва трансляция и ротация на работната координатната система спрямо тази на машината, е правоъгълна и се състои от 3 реда и 4 колони.

$$\begin{matrix} A_x & B_x & C_x & D_x \\ A_y & B_y & C_y & D_y \\ A_z & B_z & C_z & D_z \end{matrix}$$

Матрицата използва геометрична трансформация от координатната система на детайла към тази на машината. Елементите на първата колона ( $A_x, A_y, A_z$ ) са компонентите на вектора на координатната система на машината по ос X спрямо координатната система на детайла. Втората колона ( $B_x, B_y, B_z$ ) дефинират оста Y и третата колона ( $C_x, C_y, C_z$ ) – оста Z. Четвъртата колона ( $D_x, D_y, D_z$ ) определя положението на координатната система на детайла спрямо координатната система на машината. Спомагателните вектори в колони 1, 2 и 3 дефинират ротацията на матрицата, а колона 4 дефинира трансляцията.

В зависимост от това кой от трите случая на положение заема оста на реалният основен цилиндър, се определя и видът на трансформацията на входящите CL точки. Ако двете оси са успоредни, се използва трансформация само на входящите точки по зависимости:

$$X^* A_x + Y^* B_x + Z^* C_x + D_x = \text{извеждана стойност за X}$$

$$X^* A_y + Y^* B_y + Z^* C_y + D_y = \text{извеждана стойност за Y} \quad (5)$$

$$X^* A_z + Y^* B_z + Z^* C_z + D_z = \text{извеждана стойност за Z,}$$

където X, Y, Z са координатите на входящите точки.

В случай, че двете оси са кръстосани, се използва трансформация на оста на инструмента като постпроцесорът изчислява вектора на оста на инструмента така, че той да бъде винаги нормален на обработваната повърхнина по уравнение:

Трансформация на вектора на оста на инструмента: Входящи координати на вектора на оста на инструмента I, J, K

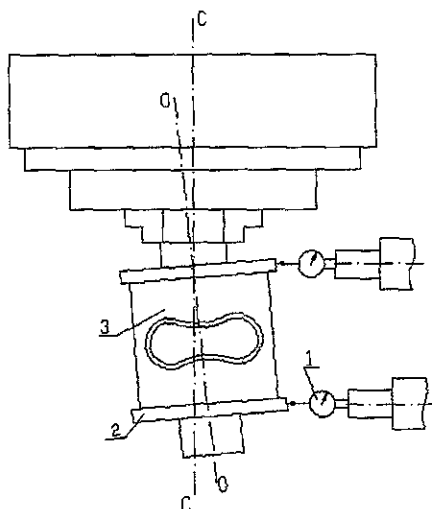
$$I^* A_x + J^* B_x + K^* C_x + D_x = \text{извеждана стойност за I}$$

$$I^* A_y + J^* B_y + K^* C_y + D_y = \text{извеждана стойност за J} \quad (6)$$

$$I^* A_z + J^* B_z + K^* C_z + D_z = \text{извеждана стойност за K}$$

След генериране на управляваща програма с постпроцесор, в чиято матрица са въведени компенсиращите компоненти, на изхода се получава една „изкривена“ програма с траектория, компенсираща грешката в рамките на цял оборот.

Беше направена опитна проверка на предлагания метод (фиг.5). На машина MC 032 на мястото на инструмент в държач е установен индикаторен часовник 1 и е програмирано „фрезване“ с челото на челно цилиндрична фреза (без въртене) на опорния борд 2 на ротационния нож 3.



Фиг.5 Опитна проверка на предлагания метод

Контролира се дали има преместване на осезателя на индикатора при плъзгането му по борда. Този опит е направен и за другия опорен борд по отделна програма. Не се констатира изместване, което показва, че предлаганият метод е работоспособен, т.е. движението на инструмента е еквиливантно на реалния основен цилиндър, в случая ротационния нож.

**Изводи**

1. Разработен е метод за компенсирание на грешката от установяване при четири и пет

осево обработване с помощта на специализиран постпроцесор.

2. Опитно е установено намаляване на радиалното биене в рамките на 0,01мм (от начална стойност 0,2мм).

**Благодарности**

Настоящите изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 "Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

**Литература**

Г. Корн и Т. Корн, Справочник по математике для научных работников и инженеров, Москва 1977;  
 Ив. Маринов, Моделиране и изследване на обработването в CAD/CAM на сложни инструментални повърхнини, Дисертация за получаване на образователна и научна степен „Доктор”  
 Решетов, Д.,Н., Портман, В.,Т., Точность металлообрабатывающих станков, Москва „Машиностроение” 1986;  
 GPost\_V61\_CD\_Manual;

**MEASUREMENT ERRORS OF DETECT AND CORRECT THEM WITH THE POSTPROCESSOR IN FOUR AND FIVE PROCESSING AXIAL**

P. Hadjiiski

Ts. Kaldashev

O. Karakostopulo

**Resume**

*This work presents method for compensation the circular runout error by processing on CNC machine. Using the possibility of postprocessor to input the compensation components is generated a control program with trajectory compensates errors by establishment.*

## СЪЗДАВАНЕ НА ПОСТПРОЦЕСОР ЗА СТРАТЕГИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА МРЕЖА ОТ КАНАЛИ

Цветан КАЛДЪШЕВ

ТУ – София, МТФ, кат. ТМММ  
гр. София, бул. "Кл. Охридски" 8  
e-mail: kaldashev.cvetan@abv.bg

### Резюме

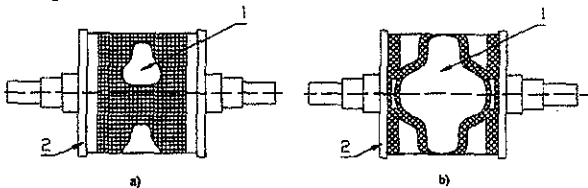
В настоящия доклад се разглеждат създадените от автора стратегия и постпроцесор за изработване на декоративна залепваща мрежа от канали върху инструменти за производство на санитарни абсорбенти. При новата стратегия се работи с циркуляр и обработващите програми се генерират в САМ пакета на Pro/Engineer.

### Ключови думи

CNC, CAD/CAM, постпроцесор, стратегия на рязане

### Въведение

В машините за производство на санитарни абсорбенти се използват валове, най-често топли, с помощта на който, върху двуслойна лента на хартиена основа се нанася декоративна залепваща мрежа от линии. Линиите се отпечатват с мрежа от тесни канали с форма, близка до правоъгълна. Мрежата от канали е разположена върху цилиндричната повърхнина на инструмента. На фиг. 1а е показан такъв инструмент с мрежа, чиито канали са успоредни и перпендикулярни на образуващата на цилиндъра, а на фиг. 1б, по-често срещания случай – с канали, разположени под ъгъл  $45^\circ$ , спрямо образуващата на цилиндъра [Хаджийски 2004].



Фиг. 1 Инструмент за отпечатване на декоративна мрежа от линии

Освен разположението на каналите, под ъгъл спрямо образуващата на цилиндъра, един допълнителен усложняващ елемент е, че в полето 1 на вала 2 може да има орнаменти – цветя, точки или надписи, които са от страната на вътрешният диаметър и трябва да се прескочат, за да не бъдат подрязани.

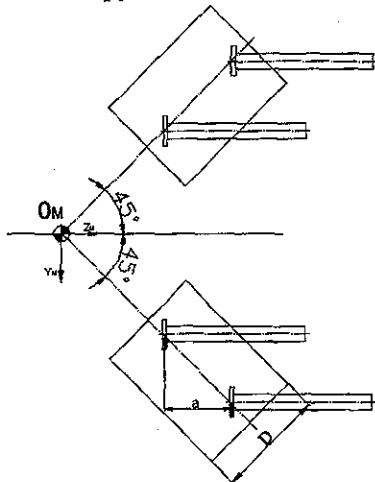
### Формулиране на проблема

Канали са с малка ширина и сравнително голяма дълбочина. Това налага обработването им да се извършва чрез стружкоотнемане. Един от възможните варианти за обработване е използването на челно цилиндрична фреза, но като се има предвид ширината на канала 0.7 мм и дълбочина 2,5 до 3мм, този метод ще бъде ниско производителен, а също така ще изисква и високооборотни вретена за постигане на необходимата скорост на рязане. Поради тази причина се предлага обработването на каналите да се извършва с дискова фреза (циркуляр). Каналите могат да бъдат обработвани на универсални фрезови машини с хоризонтална ос на върте и делителен апарат, на машини със CNC управление, по схемата показана фиг. 2, като управляващата програма, по която се извършва обработването, е една параметрична (макро) програма [Хаджийски 2004]. В повечето случаи мрежата от канали е разположена по контур, т.е. има учатъци, в които те липсват (фиг. 1б) или такива, където инструментът трябва да се повдигне така, че да не повреди някоя от повърхнините на детайла обработена на предходна операция.

В този случай е необходимо да се изтегли инструментът ръчно на безопасно разстояние, след което да се пропусне „пазеният“ участък (или участъкът, където липсва мрежата от канали) и тогава отново да се вреже на необходимата дълбочина на рязане и така до обработване на всички канали. Това е



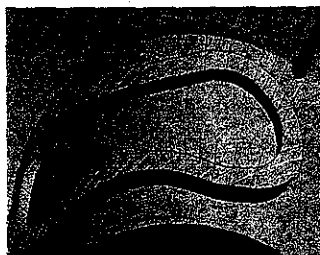
един много сложен процес от ръчни манипулации, който е предпоставка за грешка от страна на оператора, както и намаляване на производителността. Възможно е да се създаде макропрограма на основата на аналитично описание на контура на джоба, но това е една сложна и много трудоемка задача.



Фиг. 2 Схема на рязане с дискова фреза

За да се увеличи производителността, решението е да се генерира управляваща програма в САМ-пакет. За обработването на каналите е необходимо едновременно управление по 4 оси. При CAD/CAM-пакета, Pro/Engineer, с който разполага катедра ТМММ, е невъзможно генерирането на управляваща програма с едновременно управление на 4 оси и използване на инструмент - циркуляр.

За да бъде създаден постпроцесор, генериращ правилно работна траектория с циркуляр с едновременно управление на 4 оси, е необходимо да се промени схемата на рязане, т.е. на практика да се създаде нова стратегия на рязане. Решението е да се създаде работен път на инструмента, като се използва стратегия на рязане Engraving (гравирание). При тази стратегия на рязане инструментът следва кривата, създадена с инструмент за проектиране cosmetic groove feature, като координатите на възловите точки от траекторията са за остта на инструмента. При гравирание върху цилиндрична повърхнина, оста на инструмента минава винаги през оста на детайла и остава успоредна на равнина, перпендикулярна на оста на цилиндъра [CAD/CAM Pro/ENGINEER 2007]. Това означава, че обработваните канали ще бъдат с ширина равна на диаметъра на инструмента, т.е. тази стратегия работи по метода на копирането. Поради това, че инструментът е цилиндричен или конусен (гравир), след генериране на управляваща NC-програма се извеждат координати на преместване само по оси Y и Z (фиг.3).



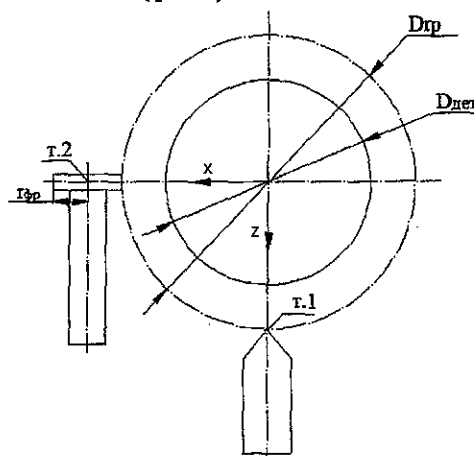
```

File Edit Format View Help
N0
N1 G00 G90 G40 G80 G1 G64
N2 M11
N3 M21
N4 M33
N5 T22 M06
N6 G43 S250 M03
N7 G00 Y-28.138 Z186. C-4.884
N8 Z83.
N9 G01 Z81. F30.
N10 V-25.816 C-3.256
N11 V-23.515 C-1.628
N12 V-21.213 C0.
N13 V-20.102 C.786
N14 V-18.992 C1.371
N15 V-17.881 C2.357
N16 Z186.
N17 G00 V-18.367 C7.015
N18 Z83.
N19 G01 Z81. F38.
N20 V-21.518 C4.788
N21 V-24.67 C2.357
N22 V-27.821 C.328
    
```

Фиг. 3. Работен път на инструмента със стратегия на рязане Engraving и управляваща програма

Така генерираната управляваща програма не отговаря на схемата на рязане с циркуляр (фиг. 2). За да се избегне заклиняване на инструмента в канала, е необходимо Y-координата да се преизчисли така, че да се появи в управляващата програма и Z-координата. Тези две координати представляват резултантното преместване по ос C. С въвеждане на Z-координата се гарантира, че инструментът винаги ще се движи по образуващата на цилиндъра.

При създаване на постпроцесора генериращ правилно работния път с инструмент - циркуляр е необходимо да се завърти траекторията на инструмента в равнина ZX на 90° така, че движението за връзване на необходимата дълбочина да се извършва по ос X, а не по ос Z (фиг.4).

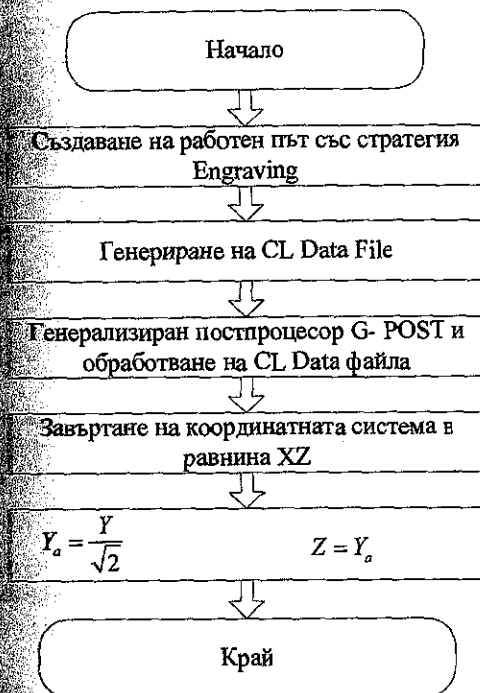


Фиг. 4 Завъртане на траекторията на инструмента в равнината ZX

Алгоритъмът на работа с циркуляр, по който се генерира управляваща NC програма в САМ пакета на Pro/Engineer, е показан на фиг. 5.

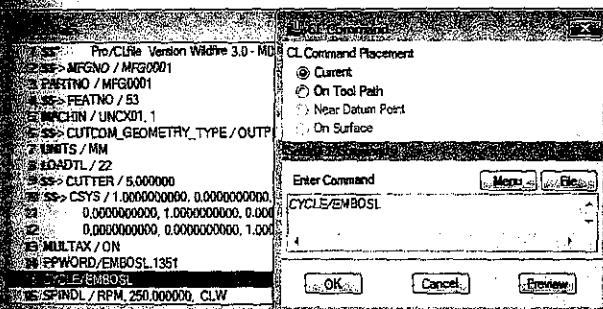
С възможностите на езика FIL (Factory Interface Language) се променя изходът на постпроцесора [FIL Manual V63] така, че да се

една програма, която да работи по начина, показан на фиг. 2.



Фиг. 5 Алгоритъм на работа с циркуляр и NC програма генерирана в CAM пакет

Така създаденият постпроцесор ще работи правилно само и единствено за избеданата схема на рязане. Модифицирането на стратегията на рязане Engraving, така че да могат да се изработват прорезните канали с циркуляр, се постига като се въвежда в CL data файла, маркер под формата на CL-команда (фиг. 6).



Фиг. 6 Въвеждане на CL-команда

Въведена е думата EMBOS като маркер, отчитач наличие на промяна на стратегията на рязане. За обработване на мрежата от канали е необходимо да се работи с положение на ос X в две позиции. В позиция +X се фрезова първата група канали, а втората - в позиция -X. При обработване на втората група канали се получава кръстосване с първата, при което се получава мрежата от канали. За да може постпроцесорът да разграничи коя от двете

групи канали се обработва, се въвежда като CL-команда постпроцесорната дума EMBOSL (за обработване на група канали, разположени отляво) и EMBOSR (за обработване на група канали, разположени отдясно).

За отчитане на това дали е въведена постпроцесорна дума EMBOS във FIL-файла е въведен оператор CASE. Той позволява разклоняване на различните FIL-изречения, в зависимост от стойността на променливата (низ или реален тип). Подобен е на IF-оператора, но е много по-гъвкав.

Проверката дали е въведен цикъл се прави със запис:

```

SIMFIL/ON,CYCLE
CTYPE=POSTF(7,4)
SIMFIL/OFF
  
```

След като е определен типът на постпроцесорната дума с команда CTYPE=POSTF(7,4) в макрото за движение се дефинира оператор CASE. С него се прави проверка дали четвъртата дума от запис CYCLE е дефинирана EMBOSL. Ако това е така, се извършват действията записани между WHEN/(ICODEF(EMBOSL)) и WHEN/OTHER, ако не е така (WHEN/OTHER) – постпроцесорът продължава изпълнение на записа от CL Data файла, без да променя координатите.

```

CASE/CTYPE
WHEN/(ICODEF(EMBOSL))
ZVAL=POSTF(7,7)/SQRTF(2)
REPEAT/OFF
REPEAT/Z,ZVAL
TRANS/0,0,1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,OPTION,10
YSCAL=1/SQRTF(2)
XX=POSTF(2,3,487,YSCAL)
XX=POSTF(2,3,779,90)
  
```

```

WHEN/OTHER
ENDCAS
  
```

С този FIL-запис се обработва CL Data файла само за изработване на мрежа от канали в позиция +X (EMBOSL). Обработването на втората група канали се извършва по аналогия на първата. На фиг. 7 е показана част от управляваща програма, генерирана със създаденият постпроцесор за обработване на първата група канали.

Създаденият постпроцесор е проверен виртуално и физически. Физическата проверка е реализирана на машина MC 032 в лабораторията на катедра TMMM. Виртуалната проверка е извършена с продукта VERICUT. Той дава възможност да се проверява траекторията на инструмента, като се използва реална машина, инструменти, държачи, заготовка със симулиране отнемането на материал.

```

File Edit Format View Help
%
O1P0
N2 G90G80G40G00
N3 T22 M06
N4 G43 Z100. H22
N5 S250 M03
N6 G00 X100. Y19.882 Z19.882
N7 Z19.882 C4.884 A0.
N8 Z0.
N9 X83. Z19.882
N1 G01 X81. Z19.882 F30.
N11 Y18.255 Z18.255 C3.256
N12 Y16.628 Z16.627 C1.628
N13 Y15. Z15. C0.
N14 Y14. Z14. Z14.215 C-.786
N15 Y13.429 Z13.429 C-1.571
N16 Y12.644 Z12.644 C-2.357
N17 X100. Z12.644
N18 G00 Y20.691 Z20.691
N19 Z20.691 C10.694
N2 X83. Z20.691
N21 G01 X81. Z20.691
N22 Y18.012 Z18.012 C8.015
N23 Y15.334 Z15.334 C5.336
N24 Y12.656 Z12.656 C2.656
N25 X100. Z12.656
N26 G00 Y22.42 Z22.42
N27 Z22.42 C17.426
N28 X83. Z22.42
N29 G01 X81. Z22.42
N3 Y19.32 Z19.32 C14.325
N31 Y16.22 Z16.22 C11.224
N32 Y13.12 Z13.12 C8.123
N33 X100. Z13.12
    
```

Фиг. 7. Част от управляваща програма за обработване на първа група канали

На фиг. 8 е показан обработеният детайл със създадения постпроцесор в Vericut .



Фиг. 8. Симулация на работен път със създадения постпроцесор с VERICUT

### Изводи

1. Експерименталната проверка показва значително повишаване на производителността (около три пъти) преди всичко поради избягване на ръчните манипулации и скъсяване на работния път.

2. Така се гарантира висока надеждност на процеса и трайност на инструмента, особено поради това, че в случая САМ пакета осигурява синхронизация на движенията по осите (това при използване на макропрограма се извършва от програмиста) поради което се избягва заклиняване.

### Благодарности

Настоящите изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 "Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

### Литература

Хаджийски, П., Изработване на канали на валове за отпечатване на декоративна мрежа върху санитарни абсорбенти, Тринадесета национална научно-техническа конференция, „Автоматизация на дискретното производство“ АДП 2004г., София, стр. 60- 68, ISSN 1310- 3946;  
 CAD/CAM Pro/ENGINEER. PTC Global Services, 2007. Part Modeling. User Guide, Pro/MANUFACTURING and Pro/NC- CHECK User's Guide. Parametric Tehnology Corporation;  
 FIL Manual V63

## CREATING POSTPROCESSOR FOR A STRATEGY FOR THE MANUFACTURE OF A NETWORK OF CANALS

Ts. Kaldashev

### Resume

*The present report deals with the strategy and postprocessor established by the author for the manufacture of decorative adhesive a network of canals on tools for the production of sanitary absorbent. Under the new strategy works with circular and processing programs are generated in the CAM package Pro / Engineer.*